

**Cognome:** Berto  
**Nome:** Dario  
**Anno Accademico** 2012/2013  
**Sessione di Laurea:** luglio 2013

**Relatore:** Prof. Bonomi Tullia

---

**Correlatori:** Dott. Fumagalli Letizia, Dott. Capodaglio Pietro, Dott. Simonetto Fulvio

**Caratterizzazione idrochimica delle acque sotterranee della piana di Aosta, mediante analisi dei dati della rete di monitoraggio ARPA Valle d'Aosta dal 2000 al 2012**

**Sintesi della relazione:**

Il presente lavoro si inserisce in una collaborazione scientifica istituita nel 2011 tra ARPA Valle d'Aosta ed il dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio (DISAT) dell'Università degli Studi di Milano Bicocca. L'obiettivo è di definire la caratterizzazione idrochimica delle acque sotterranee della piana di Aosta, mediante analisi dei dati della rete di monitoraggio ARPA dal 2000 al 2012.

L'area di studio si sviluppa per circa 35 km dal comune di Aymavilles (ovest, 700 m s.l.m.) al comune di Pontey (est, 500 m s.l.m.); la città di Aosta è ubicata nel tratto più centrale ed ampio della valle. La piana di Aosta, originariamente scavata dall'azione glaciale quaternaria, è stata in seguito riempita da depositi lacustri e fluviali; questi ultimi distinguibili in alluvioni della Dora Baltea, torrentizi e di conoide (con potenza di circa 80 m presso Aosta). Caratterizzati da elevati valori di permeabilità e porosità, costituiscono una struttura che ospita un potente acquifero freatico, sfruttato da circa 140 punti di approvvigionamento idrico, organizzati nella banca dati idrogeologica online Tangram.

I dati raccolti presso ARPA sono stati organizzati e standardizzati in un database idrochimico, agganciato per quanto riguarda le informazioni geografiche, amministrative, tecniche e stratigrafiche alla banca dati idrogeologica, relativo a 162 punti di prelievo e contenente dati di 1696 campionamenti; di questi, 462 non sono stati utilizzati nelle elaborazioni perché non di proprietà ARPA o precedenti al 2000. Per la caratterizzazione idrochimica sono stati selezionati punti con almeno 5 prelievi (101 punti), mantenendo 1165 su 1234 campionamenti disponibili (94.40 % del totale).

Per ognuno dei 101 punti di campionamento, sono stati esaminati 50 parametri (chimico-fisici, costituenti principali, inquinanti inorganici, metalli, solventi alogenati, solventi aromatici, I.P.A. e pesticidi), attualmente utilizzati da ARPA nel monitoraggio istituzionale della piana. Ad ogni parametro e per ciascuno dei 101 punti di campionamento, è stato applicato il metodo grafico-statistico Box-Whiskers-Plot, che per una serie di dati restituisce il valore minimo, massimo e dei tre percentili (25<sup>^</sup>, 50<sup>^</sup>, 75<sup>^</sup>), mettendo in luce eventuali "outliers" (valori anomali) e restituendo l'andamento del parametro considerato lungo la valle. In Figura 1 si riporta a titolo di esempio il grafico riferito alla temperatura (T, °C): i punti selezionati sono stati ordinati da ovest ad est, raggruppati per comune e distinti tra punti in sponda destra e punti in sponda sinistra della Dora Baltea.

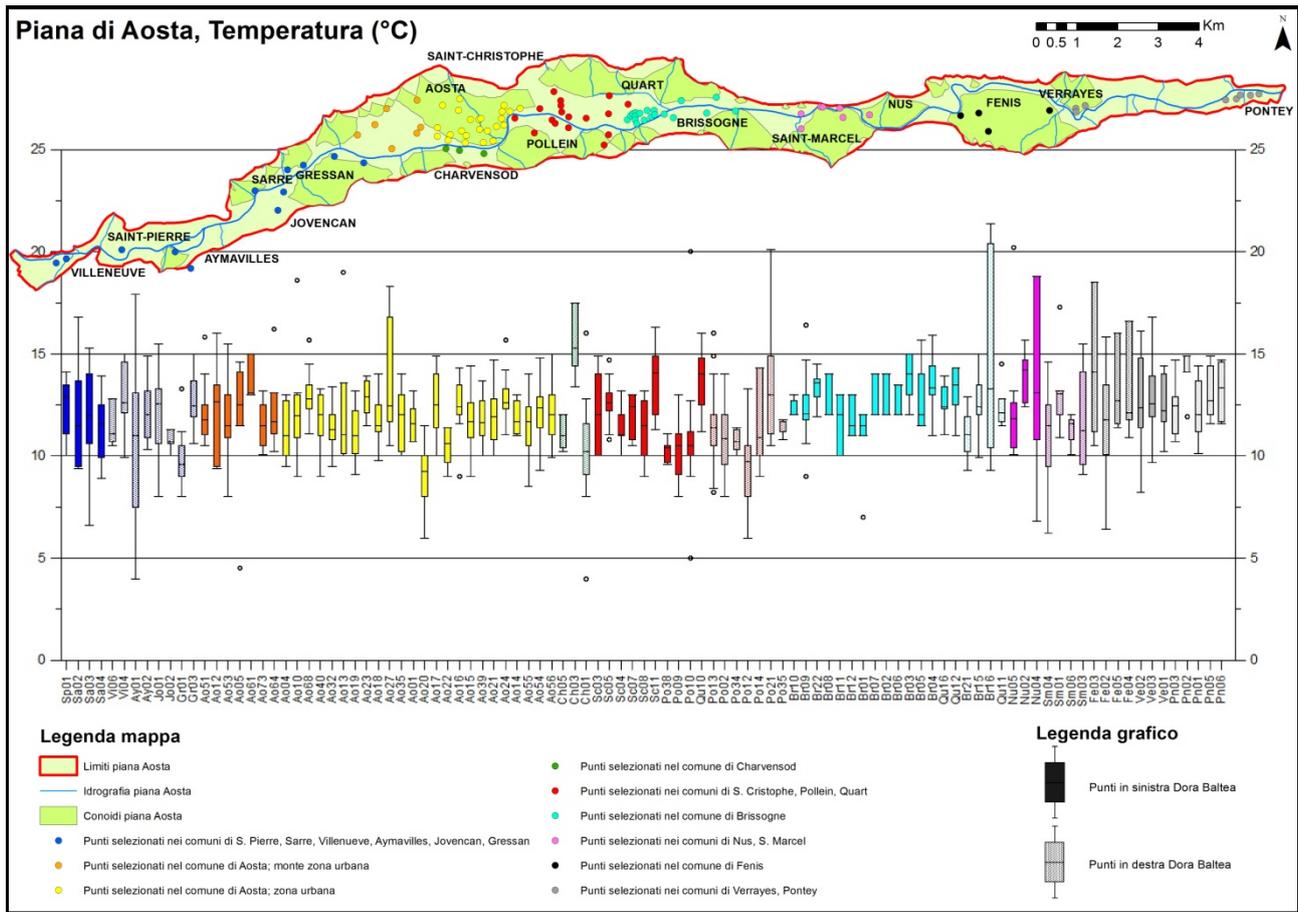


Figura 1: Grafico Box-Whiskers-Plot riferito al parametro della temperatura ( $T$ , °C) per 101 punti di campionamento. In alto è riportata la distribuzione spaziale dei punti di campionamento.

I limiti normativi previsti dal D. Lgs. 30/09 e dal D. Lgs. 152/2006 per inquinanti inorganici, metalli, solventi alogenati, solventi clorurati, IPA e pesticidi sono stati confrontati con le distribuzioni dei valori ottenute dai grafici Box-Whiskers-Plot.

Per alcuni parametri le distribuzioni di valori ottenute si collocano sempre sotto il limite normativo: cloruri, nitrati, nitriti, cianuri, antimonio, argento, bario, cadmio, mercurio, rame, selenio, vanadio, zinco, diclorometano, 1,2-dicloroetilene, tricloroetano, tricloroetilene, bromoformio, dibromoclorometano, bromodichlorometano, solventi aromatici.

Per altri parametri le distribuzioni si collocano invece a cavallo o sopra il limite normativo, riportati in Tabella 1 secondo la percentuale crescente di dati superiori al limite di riferimento, rispetto ai dati disponibili: arsenico, solfati, piombo, ammonio, cloroformio, cromo (tot), alluminio, fluoruri, manganese, nichel, ferro, tetracloroetilene, cromo (VI). In tabella, per ognuno si riporta anche il range delle mediane.

Fonti ARPA (ARPA Valle d'Aosta, 2011) e di letteratura (Money, 1997) (V.d.A.,2003) attribuiscono la presenza di solfati e nichel a fattori naturali (presenza di litologie particolari); di ferro e manganese alla presenza di vecchie discariche non regolamentate nel comune di Brissogne; di cromo (tot.), cromo (VI) e fluoruri alla presenza dell'area industriale Cogne Acciai Speciali-ex Cogne; di solventi alogenati a vecchie attività artigianali. La saltuaria presenza di ione ammonio, alluminio, arsenico, piombo è oggetto di approfondimento.

Parametro	u. m.	Limite normativo	Range mediane	% dati superiori al limite sui disponibili
Arsenico	µg/L	10	0.1-10	1.04
Solfati	mg/L	250	20-390	2.04
Piombo	µg/L	10	0.01-20	2.41
Ammonio	mg/L	0.5	0.01-20	2.72
Cloroformio	µg/L	0.15	0.01-0.02	3.26
Cromo (tot)	µg/L	50	0.1-100	3.48
Alluminio	µg/L	200	0.1-800	4.10
Fluoruri	µg/L	1500	40-4400	4.44
Manganese	µg/L	50	0.1-1100	12.42
Nichel	µg/L	20	0.01-140	12.90
Ferro	µg/L	200	1-4500	13.30
Tetracloroetilene	µg/L	1.1	0.05-7.80	13.38
Cromo (VI)	µg/L	5	0.1-100	27.20

Tabella 1: Parametri le cui distribuzioni nel grafico Box-Whiskers-Plot si collocano a cavallo o sopra il limite normativo previsto.

I grafici Box-Whiskers-Plot relativi ai costituenti principali (cationi ed anioni), integrati dalla costruzione di diagrammi di Piper, di Schoeller e di Stiff (costruiti per 94 dei 101 punti, in quanto non in tutti i campionamenti sono ricercati i medesimi parametri), evidenziano le seguenti classi di chimismo: bicarbonato-solfato-calcico (chimismo predominante, 65 punti, collocati in gran parte della piana); solfato-bicarbonato-calcico (10 punti, di cui 1 nel comune di Aymavilles, 3 nella zona di Charvensod, 3 in quella antistante del comune di Aosta, 1 presso Pollein, 1 presso Brissogne ed 1 nel comune di Nus); bicarbonato calcico (17 punti, collocati in gran parte nelle zone dei comuni di Fènis, Verrayes e Pontey, est rispetto ad Aosta); due punti manifestano rispettivamente un contributo clorurato e clorurato-sodico (zona di Brissogne). Si riporta a titolo di esempio in Figura 2 i diagrammi di Piper e di Schoeller della tipologia bicarbonato-solfato calcica.

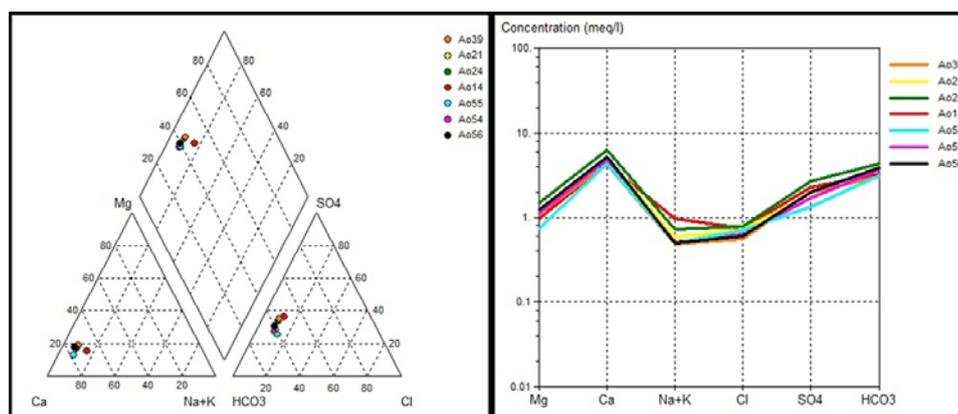


Figura 2: Grafici di Piper e di Schoeller, rappresentativi di punti con tipologia di chimismo bicarbonato-solfato calcica (7 punti di esempio, comune di Aosta, zona urbana).

Il presente lavoro si pone come una sintesi riassuntiva, ordinata ed efficace, dei dati chimici raccolti presso ARPA da punti di monitoraggio idrochimico di tutta la piana. La buona distribuzione e la regolarità dei dati raccolti all'interno della rete di monitoraggio di ARPA, ha permesso una caratterizzazione zonale che consente di identificare le caratteristiche idrochimiche delle acque sotterranee e identificare le zone in cui dovranno seguire più approfondite indagini, volte ad implementare le conoscenze sugli impatti cui la risorsa idrica sotterranea della piana di Aosta risulta essere sottoposta.